



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 069 356

A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 82105886.4

(51) Int. Cl.³: G 02 B 7/26

(22) Anmeldetag: 01.07.82

(30) Priorität: 03.07.81 DE 3126367

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Berlin und München
Postfach 22 02 61
D-8000 München 22(DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.01.83 Patentblatt 83/2

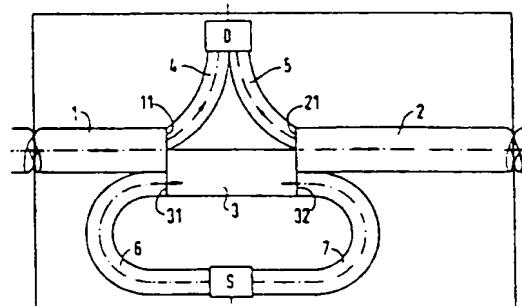
(72) Erfinder: Witte, Hans-Hermann, Dr.rer.nat., Dipl.-Phys.
Hippelstrasse 15
D-8000 München 82(DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(54) Bidirekionaler Lichtwellenleiter-Verzweiger und Verfahren zu seiner Herstellung.

(57) Es wird ein bidirekionaler Lichtwellenleiter-Verzweiger beschrieben, bei dem zwei getrennte Hauptlichtwellenleiter durch ein seitlich versetztes Verbindungssegment miteinander verbunden sind und bei dem an die Enden der Lichtwellenleiter und des Verzweigerelements Zweiglichtwellenleiter stoßgekoppelt sind, die zu einem Detektor führen oder von einem Sender kommen. Im Prinzip ist der Verzweiger nichts anderes als die Hintereinanderschaltung zweier Vierkoppler. Es werden auch zweckmäßige Herstellungsverfahren für den Lichtwellenleiterverzweiger beschrieben, die darüber hinaus auch für die Herstellung von Sternkoppler-Strukturen geeignet sind.

FIG 2



EP 0 069 356 A2

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VFA 81 P 7068 E

5 Bidirektonaler Lichtwellenleiter-Verzweiger und Ver-
fahren zu seiner Herstellung.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen bidirektonalen Lichtwellenleiter-Verzweiger und auf Ver-
fahren zu seiner Herstellung.

In optischen Datenbussen werden häufig Verzweiger benötigt, über die bidirektonaler Betrieb möglich ist. Bidirektionale arbeitende optische Systeme sind bisher dadurch realisiert worden, daß die Übertragungsstrecke aus Faserbündeln bestand. Jeder Verzweiger enthält dabei im Prinzip drei Mischzonen. Von diesen Zonen gehen Teil-Faserbündel aus, die das Licht zum oder vom Sender, Empfänger und Hauptkanal weiterleiten (siehe dazu D.H. McMahon and R.L. Gravel: "Distributive Tee Couplers", Appl. Phys. Lett. 28 (1976) S. 396-398). Außer dem Nachteil vieler Fasern sind Einfügeverluste sehr hoch (> 10 dB) und der Aufbau ist kompliziert.

25 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen bidirektonalen Verzweiger anzugeben, der einfach herzustellen ist, wesentlich geringere Einfügeverluste aufweist und für Einzelfaser-Systeme geeignet ist.

30 Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verzweigers gehen aus den Unteransprüchen
35 2 bis 10 hervor.

Vorteilhafte Verfahren zur Herstellung erfindungsgemäßer bidirektonaler Verzweiger gehen aus den Ansprüchen 11
1.7.81/Ed 1 Sti

0069356

-2- . VPA. 81 P 7068 .E

bis 17 hervor. Diese Verfahren sind aber nicht nur zur Herstellung von Verzweigern geeignet, sondern können generell zur Herstellung von Stern-Koppler-Strukturen angewendet werden, bei denen ein beispielsweise quaderförmiges Mischerelement die Verbindung zwischen den Eingangs- und Ausgangslichtwellenleitern herstellt.

Die Erfindung wird anhand der Figuren in der nun folgenden Beschreibung näher erläutert. Von den Figuren zeigen
10 Fig. 1 in schematischer Darstellung die Funktionsweise eines bidirektionalen Verzweigers, und
Fig. 2 in schematischer Darstellung eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen bidirektionalen Verzweigers.

15 In der Fig. 1 ist die Funktionsweise eines bidirektionalen Verzweigers schematisch dargestellt. Licht, das von links über einen Kanal K1 an den Verzweiger V herangeführt wird, gelangt über einen Lichtweg 1'' teilweise zu einem Teilnehmer und über einen Lichtweg 1' teilweise zu einem Hauptkanal K2, in dem es fortgeführt wird. Entsprechend wird Licht, das von rechts über den Kanal K2 herangeführt wird, aufgeteilt. Ein Teil dieses Lichts gelangt über einen Lichtweg 2'' zum Teilnehmer und der andere Teil gelangt über den Lichtweg 2' zum Kanal K1, in dem er fortgeführt wird. Licht, das von einem Teilnehmer kommt, der diesem Verzweiger zugeordnet ist, gelangt sowohl in den Kanal K1 als auch in den Kanal K2.

In der Fig. 2 ist eine Realisierung eines derartigen bidirektionalen Verzweigers dargestellt. Er besteht aus zwei getrennten Hauptlichtwellenleitern 1 und 2, die durch ein dagegen seitlich versetztes Verbindungselement 3 miteinander verbunden sind. An die an das Verbindugnselement 3 stoßenden aber seitlich überstehenden Enden 11 und 21 der Hauptlichtwellenleiter 1 und 2 sind zwei Lichtwellenleiter 4 und 5 stoßgekoppelt, die zu einem Empfänger D

-3- VPA 81 p 7068 E

führen, der einem Teilnehmer entspricht. An die an die Enden 11 und 21 der Hauptlichtwellenleiter 1 und 2 stoßenden und seitlich überstehenden Enden 31 und 32 des Verzweigerelements sind ebenfalls Lichtwellenleiter 6 und 7 stoßgekoppelt, die von einem Sender S kommen, der ebenfalls einem Teilnehmer entspricht.

Durch den Versatz des Verbindungselementes 3 in Bezug auf die aus Glasfasern bestehenden Hauptlichtwellenleiter 1 und 2 koppeln die zum Detektor D führenden Glasfasern 4 und 5 mit den Fasern 1 und 2. Über das Verbindungselement 3 wird durch die vom Sender S kommenden Glasfasern 6 und 7 Licht sowohl in die Faser 1 als auch in die Faser 2 gekoppelt. Als Sender kommen LED's 15 als auch LD's infrage.

Zweckmäßigerweise werden die Durchmesser der zum Detektor D führenden bzw. vom Sender S kommenden Fasern kleiner gewählt als die Durchmesser der Hauptfasern 20 1 und 2.

Das Verbindungselement, das aus einem transparenten verlustarmen Material bestehen soll, kann quaderförmig oder zylindrisch geformt sein. Um die Packungsdichte-25 verluste gering zu halten, sind die Dimensionen des Verbindungselementes 3 denen der Faser anzupassen. Der Brechungsindex des Materials des Verbindungselementes ist so zu wählen, daß alles Licht im Verbindungselement 3 geführt wird.

30 Im Prinzip ist die in Figur 2 dargestellte Ausführungsform nichts anderes als die Hintereinanderschaltung zweier Viertorkoppler. Aus diesem Grunde lassen sich alle Viertorkoppler zu einem bidirektionalen Bauelement erweitern. So kann der in Figur 1 dargestellte 35 und durch die Ausführungsform nach Figur 2 realisierte bidirektionale Verzweiger auch durch die Hintereinan-

-4- VPA 81 P 7068 E

derschaltung zweier Viertorkoppler, die nach dem Prinzip des Faserachs-Versatzes oder nach dem Prinzip der teildurchlässigen Spiegel oder nach dem Taper-Prinzip realisiert wird, realisiert werden. Ein Unterschied des gemäß Figur 2 realisierten Versatz-Verzweigers zu den Verzweigern, die über das Fasertaper-Prinzip oder das Prinzip der teildurchlässigen Spiegel realisiert werden, besteht darin, daß bei Versatz-Verzweigern das vom Sender S kommende Licht nicht auch von den zum Detektor D dieses Elements führenden Fasern empfangen wird.

Der in Figur 2 dargestellte Versatz-Verzweiger läßt sich folgendermaßen realisieren:

15 Über die Maskentechnik werden in einem Schritt über beispielsweise das Vorzugsätzen in Silizium sowohl die Führungsnoten für die Aufnahme der Fasern als auch eine Vertiefung für die Aufnahme des Verbindungselementes hergestellt.

20 Das Verbindungselement 3 geeigneter Form und Qualität wird in die entsprechende Aussparung gelegt und mit den ebenfalls in ihren Gräben eingelegten Fasern durch einen geeigneten Kleber verklebt. Es braucht dabei die Qualität der Stirnflächen der Fasern nicht besonders gut zu sein, weil ein geeigneter Kleber immer wie eine Immersion wirkt.

30 Das Verbindungselement kann auch durch Auffüllen der Vertiefung mit geeignetem Kleber hergestellt werden, wobei durch den Andruck über einen Deckel möglichst wenig Kleber über den Rand der Vertiefung gelangen soll. Zweckmäßigerweise wird die Siliziumoberfläche der Vertiefung vorher durch thermische Oxidation in Siliziumdioxid verwandelt, um eine verlustärmerre Wellenführung zu gewährleisten.

0069356

-5- VPA 81 p 7068 IE

Diese Technologie läßt sich auch zur Herstellung von Stern-Koppler-Strukturen verwenden, bei denen ein quaderförmiges Mischerelement die Verbindung zwischen den Eingangs- und Ausgangsfasern herstellt. Je mehr 5 Fasern vorhanden sind, um so geringer wirken sich dabei die Schwankungen der Faserdurchmesser auf die Einfügeverluste aus.

18 Patentansprüche

2 Figuren

Patentansprüche

1. Bidirektionaler Lichtwellenleiterverzweiger, gekennzeichnet durch die Hintereinanderschaltung zweier optischer Viertorkoppler.

5 2. Verzweiger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei getrennte Hauptlichtwellenleiter (1, 2) durch ein dagegen seitlich versetztes Verbindungselement (3) miteinander verbunden sind, daß an die das Verbindungselement (3) 10 stoßenden, aber seitlich überstehenden Enden (11, 21) der Hauptlichtwellenleiter (1, 2) Zweiglichtwellenleiter (4, 5) stoßgekoppelt sind, die zu einem Empfänger (D) führen oder von einem Sender kommen, und daß an die an die Enden (11, 21) der Hauptlichtwellenleiter (1, 2) stoßenden und seitlich überstehenden 15 Enden (31, 32) des Verzweigerelements (3) Zweiglichtwellenleiter (6, 7) stoßgekoppelt sind, die von einem Sender (S) kommen oder zu einem Empfänger (D) führen.

20 3. Verzweiger nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser eines Zweiglichtwellenleiters (4, 5, 6, 7) kleiner ist als der Durchmesser eines Hauptlichtwellenleiters (1, 2).

25 4. Verzweiger nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungs-element (3) zylindrisch ausgebildet ist.

30 5. Verzweiger nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungs-element (3) kreiszylindrisch oder quaderförmig ausgebildet ist.

6. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß

0069356

-7- VPA 81 P 7068 E

das Verbindungselement (3) aus einem transparenten, verlustarmen Material besteht.

7. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
5 durch gekennzeichnet, daß zur Vermeidung von Packungsdichteverlusten die Dimensionen des Verbindungselements (3) dienende Lichtwellenleiter (1, 2, 4, 5, 6, 7) angepaßt sind.
- 10 8. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
durch gekennzeichnet, daß der Brechungsindex des Materials des Verbindungselementes (3) so gewählt ist, daß alles Licht in dem Verbindungselement geführt wird.
- 15 9. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 8,
durch gekennzeichnet, daß die Lichtwellenleiter (1, 2, 4, 5, 6, 7) aus Glasfaser bestehen.
- 20 10. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 9,
durch gekennzeichnet, daß ein Empfänger (D) aus einem lichtempfindlichen Detektor besteht.
- 25 11. Verzweiger nach einem der Ansprüche 2 bis 10,
durch gekennzeichnet, daß ein Sender (S) aus einer lichtimitierenden Diode (LED) oder aus einer Laserdiode (LD) besteht.
- 30 12. Verfahren zur Herstellung eines Verzweigers nach einem der Ansprüche 2 bis 11 oder eines Sternkopplers, durch gekennzeichnet, daß mittels einer Maskentechnik
55 in einem Schritt Führungsnuten für die Aufnahme der Lichtwellenleiter als auch eine Vertiefung für die Aufnahme des Verbindungselements herge-

-8- VPA 81 p 7068 IE

stellt werden, daß in die Führungsnoten Lichtwellenleiter eingelegt und mit einem in die Vertiefung eingebrachten Verbindungselement verbunden werden.

- 5 13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das eine geeignete Form und Qualität aufweisende Verbindungselement in die Vertiefung gelegt und mit den in die Führungsnoten eingelegten Lichtwellenleitern verklebt wird.
- 10
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Kleber so gewählt wird, daß er wie eine Immersion wirkt.
- 15
15. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement durch Auffüllen der Vertiefung mit einem Kleber hergestellt wird.
- 20
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die mit Kleber aufgefüllte Vertiefung mit einem Deckkörper abgedeckt wird.
- 25
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsnoten für die Lichtwellenleiter und die Vertiefung für das Verbindungselement mittels Vorzugsätzen (anisotropes Ätzen) in Silizium erzeugt werden.
- 30
18. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16 und Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Siliziumoberfläche in der Vertiefung vor dem Einbringen des Klebers durch thermische Oxidation in SiO_2 verwandelt wird.
- 35

0069356

1/1

FIG 1

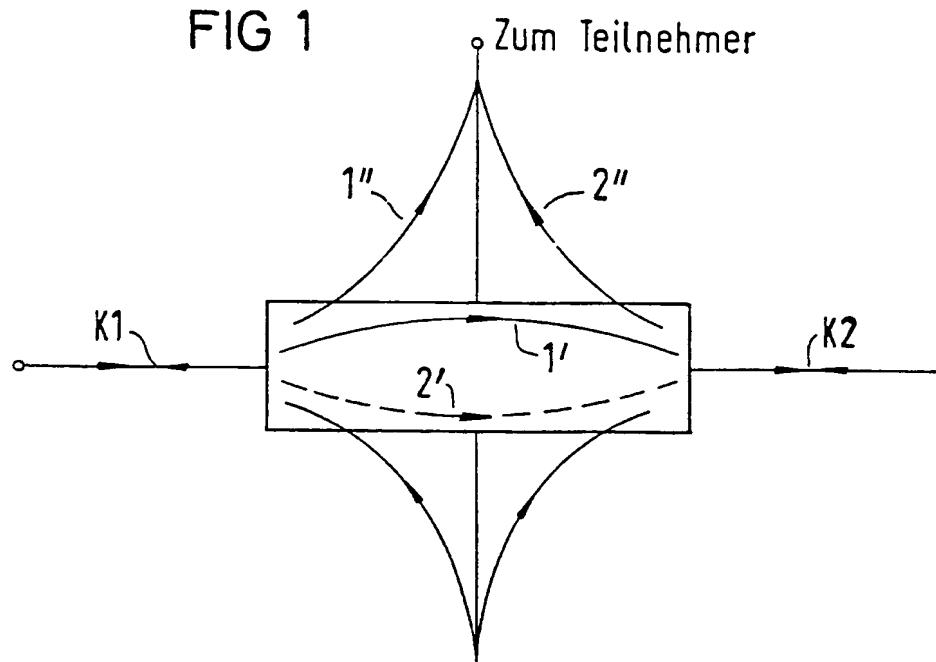
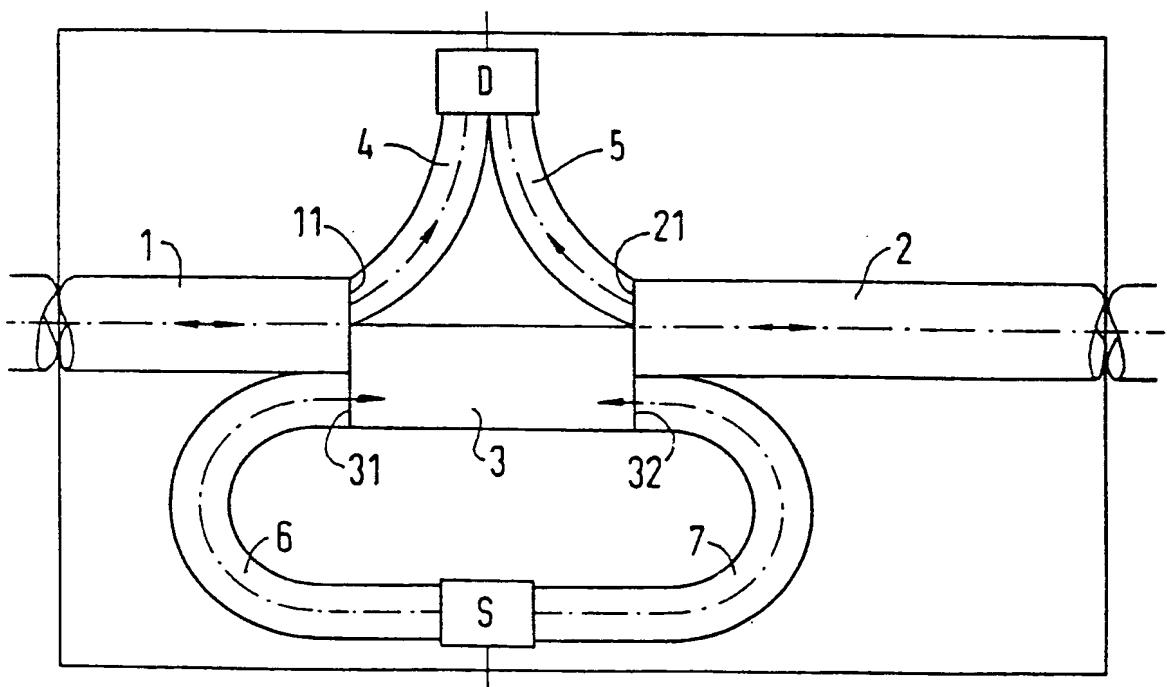


FIG 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0069356
Nummer der Anmeldung

EP 22 10 5886

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSEFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 1)
X	<p>---</p> <p>US-A-4 142 877 (F. AURACHER et al.) * Zusammenfassung; Spalte 2, Zeilen 9-26; Spalte 4, Zeilen 9-17, 22-68; Spalte 5, Zeile 14 - Spalte 6, Zeile 18; Abbildung 6 *</p> <p>& DE - A - 2 609 143</p>	1, 3, 5, 9, 12	G 02 B 7/26
X	<p>---</p> <p>US-A-3 933 410 (A.F. MILTON) * Spalte 1, Zeile 64 - Spalte 2, Zeile 12; Spalte 2, Zeilen 29-36; Abbildung 5 *</p>	1, 13	
X	<p>---</p> <p>US-A-4 198 118 (D.R. PORTER) * Spalte 4, Zeilen 6-23; Abbildung 3 *</p>	1	
A	<p>---</p> <p>DEUXIEME COLLOQUE EUROPEEN SUR LES TRANSMISSIONS PAR FIBRES OPTIQUES, Session XIII: Systems courte distance, 27.-30. September 1976, Seiten 421-427, Paris, FR.</p> <p>D.R. PORTER et al.: "Système de répartition de données à configuration hybride par fibres optiques" * Seite 423, linke Spalte, Zeile 43 - Seite 424, linke Spalte, Zeile 3; Abbildung 2 *</p>	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 2) G 02 B 7/26 H 04 B 9/00 G 02 B 5/14 G 02 B 5/16
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 10-11-1982	Prüfer BEAVEN G. L.	

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN		E
X	von besonderer Bedeutung allein betrachtet	altes Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
Y	von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	D: in der Anmeldung angeführtes Dokument
A	technologischer Hintergrund	L: aus andern Gründen angeführtes Dokument
O	nichtschriftliche Offenbarung	
P	Zwischenliteratur	
T	der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0069756
Richter Amt

EP 82 10 5886

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Seite 2

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Setnifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ?)
A	US-A-3 883 222 (L.C. GRUNDESON) * Spalte 2, Zeile 54 - Spalte 3, Zeile 17; Spalte 3, Zeilen 35-61; Abbildung 2 *	1, 4, 14 , 15	
A	--- US-A-3 936 141 (A. FENNER MILTON) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1, 2	
A	--- DE-A-2 942 318 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS GmbH) * Abbildungen 2, 6 *	1, 2	
A	--- I.E.E.E. JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, Band QE-16, Nr. 2, Februar 1980, Seiten 165-169, New York, USA YOHJI FUJII et al.: "Optical demultiplexer using a silicon echelle grating" * Seite 165, linke Spalte, Zeile 27 - rechte Spalte, Zeile 6; Abbildung 1 *	12, 17	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ?)
A	--- US-A-3 936 142 (R. KERSTEN) * Spalte 2, Zeilen 31-34; Spalte 3, Zeilen 40-44; Spalte 4, Zeilen 7-16; Abbildungen 1, 3, 5 * & DE - A - 2 340 019	12-14	
	---	-/-	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 10-11-1982	Prufer BEAVEN G.L.	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
A : technologischer Hintergrund	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung			
P : Zwischenliteratur	3 : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze			